

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-126010

(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl.

H01S 3/18
H01L 33/00

(21)Application number : 08-299543

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 23.10.1998

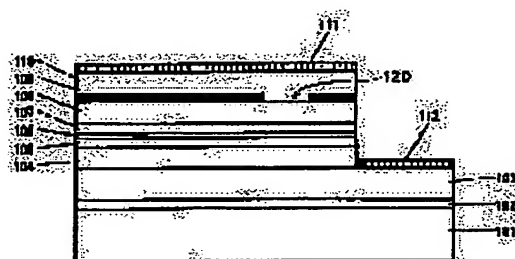
(72)Inventor : TAKAHASHI TAKASHI

(54) MANUFACTURING METHOD OF SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser device containing compounds including nitrogen, which constricts a current to reduce a threshold current and effectively prevents a consequent increase in an operational voltage of the device.

SOLUTION: At least an n-type Al_xGa_{1-x}N clad layer 104 (0<X<1), a light emitting region (active layer) 106 including an In_yGa_{1-y}N layer (0≤y<1), and p-type Al_xGa_{1-x}N clad layer 108 are sequentially formed on a substrate 101. On the p-type Al_xGa_{1-x}N clad layer 108, an Al_zGa_{1-z}N layer 109 (x<z≤1) is formed by selective growth, except a stripe region 120 as a current injection region, and on the p-type Al_xGa_{1-x}N clad layer 108 and the Al_zGa_{1-z}N layer 109, a p-type GaN contact layer 110 is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.05.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特開平10-126010

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	FI
H01S 3/18		H01S 3/18
H01L 33/00		H01L 33/00
		C

審査請求	未請求	請求項の数	8	FD	(全 14 頁)
------	-----	-------	---	----	----------

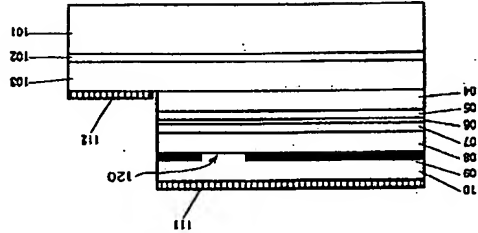
(21) 出願番号	特開平8-299543	(71) 出願人	000008747 株式会社リコー
(22) 出願日	平成8年(1996)10月23日	(72) 発明者	東京都大田区中馬込1丁目3番6号 高橋 孝志
		(74) 代理人	東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内 井理士 徳本 雅治

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 窒素を含む化合物の半導体レーザ装置において、電流を制御して閾電流を低減するとともに、これによる素子の動作電圧が高くなるのを有効に防止することによる素子の半導体レーザ装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 基板101上に、少なくともn型Al_{1-x}Ga_xNクラッド層104(0<x<1)、InGa_{1-x}N層(0<y<1)を含む発光領域(活性層)106、p型Al_{1-x}Ga_xNクラッド層108を順次に形成し、p型Al_{1-x}Ga_xNクラッド層108上には、電流注入領域となるべきストライプ状の領域120を除いて、Al_{1-x}Ga_{1-x}N層109(x<z<1)を選択成長によって形成し、前記p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層108及びAl_{1-x}Ga_{1-x}N層109上には、p型Ga_{1-x}Nコンタクト層110を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板101上に、少なくともn型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層(0<x<1)、InGa_{1-x}N層(0<y<1)を含む発光領域、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層を順次に形成し、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層上には、電流注入領域となるべきストライプ状の領域を除いて、Al_{1-x}Ga_{1-x}N層(0<z<1)を選択成長によって形成し、前記p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層及びAl_{1-x}Ga_{1-x}N層上には、p型Ga_{1-x}Nコンタクト層を形成することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項2】 基板101上に、少なくともn型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層(0<x<1)、InGa_{1-x}N層(0<y<1)を含む発光領域、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層を順次に形成し、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層上には、電流注入領域となるべきストライプ状の領域を除いて、Al_{1-x}Ga_{1-x}N層(0<z<1)を選択成長によって形成し、前記p型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層及びAl_{1-x}Ga_{1-x}N層上には、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第2クラッド層、p型Ga_{1-x}Nコンタクト層を順次に形成することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項3】 基板101上に、少なくともn型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層(0<x<1)、InGa_{1-x}N層(0<y<1)を含む発光領域、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層を順次に形成し、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層上には、電流注入領域となるべきストライプ状の領域を除いて、Al_{1-x}Ga_{1-x}N層(0<z<1)、InGa_{1-x}N層(0<w<1)を選択成長によって順次に形成し、前記p型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層およびInGa_{1-x}N層上には、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第2クラッド層、p型Ga_{1-x}Nコンタクト層を順次に形成することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項4】 基板101上に、少なくともn型Ga_{1-x}Nパツア層を形成し、該n型Ga_{1-x}Nパツア層上には、電流注入領域となるべきストライプ状の領域を除いて、Al_{1-x}Ga_{1-x}N層(0<z<1)を選択成長により形成し、前記n型Ga_{1-x}Nパツア層およびAl_{1-x}Ga_{1-x}N層上には、n型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層(0<x<1)、InGa_{1-x}N層(0<y<1)を含む発光領域、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層、p型コンタクト層を順次に形成することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項5】 基板101上に、少なくともn型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層(0<x<1)を形成し、n型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層上には、電流注入領域となるべきストライプ状の領域を除いて、Al_{1-x}Ga_{1-x}N層(0<z<1)を選択成長によって形成し、前記n型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層およびAl_{1-x}Ga_{1-x}N層上には、n型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第2クラッド層、InGa_{1-x}N層(0<w<1)を含む発光領域、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層、p型コンタクト層を順次に形成することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項6】 基板101上に、少なくともn型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層(0<x<1)を形成し、n型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層上には、電流注入領域となるべきストライプ状の領域を除いて、InGa_{1-x}N層(0<w<1)、Al_{1-x}Ga_{1-x}N層(0<z<1)を選択成長によって順次に形成し、前記n型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第1クラッド層およびAl_{1-x}Ga_{1-x}N層上には、n型Al_{1-x}Ga_{1-x}N第2クラッド層、InGa_{1-x}N層(0<w<1)を含む発光領域、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層、p型コンタクト層を順次に形成することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項7】 基板101上に、少なくともn型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層(0<x<1)、InGa_{1-x}N層(0<y<1)を含む発光領域、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層を順次に形成し、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層上には、電流注入領域となるべき円形状の領域を除いて、Al_{1-x}Ga_{1-x}N層(0<z<1)を選択成長によって形成し、p型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層およびAl_{1-x}Ga_{1-x}N層上には、p型Ga_{1-x}Nコンタクト層を形成し、前記コンタクト層を共通電極としてその上下に多層膜ブラック反材層を形成することを特徴とする垂直共振型面発光半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項8】 請求項7乃至請求項7のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置の製造方法において、Al_{1-x}Ga_{1-x}N層またはInGa_{1-x}N層に代えて、Ga_{1-x}N/Al_{1-x}Ga_{1-x}Nからなる超格子構造を形成することを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体レーザ装置の製造方法に関する。

[0002]

【従来の技術】 InGa_{1-x}N系化合物半導体は、直接遷移型のワイドギャップ半導体であり、青色の半導体レーザの材料として研究開発が進められている。図11は特開平7-176826号に示されている従来のInGa_{1-x}N系化合物半導体レーザを示す図である。この半導体レーザは、サファティア層11上にGa_{1-x}Nよりなるパツア層2、Siをドーピングしたn型Ga_{1-x}Nコンタクト層3が形成されており、その上に、ストライプ状導波路として、Siをドーピングしたn型Ga_{1-x}Nクラッド層4、Siをドーピングしたn型InGa_{1-x}N活性層5、Mgをドーピングしたp型Al_{1-x}Ga_{1-x}Nクラッド層6、Mgをドーピングしたp型Ga_{1-x}Nコンタクト層7が、ストライプ状に順次に形成されたダブルヘテロ接合(DH)構造を有している。また、この半導体レーザには、電極としてp型Ga_{1-x}Nコンタクト層7上にp層オーミック電極8が形成され、n型Ga_{1-x}Nコンタクト層3上にn層オーミック電極9が形成されている。

[0003] 図11の半導体レーザにおいては、ストライプ状の導波路構造を有している。

【0025】また、n型Ga_{0.55}Nコンダクト層103上には、n側電極112が形成されている。

【0026】図2は、図1の半導体レーザ装置の製造工程を示す図である。図2の工程例では、まず、サブアライメント101上に、Ga_{0.55}Nバッファ層102、n型Ga_{0.55}Nコンダクト層103、n型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第1クラッド層104、n型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層105、Ga_{0.55}Nクラッド層106、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第1クラッド層107、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層108を順次にエピタキシャル成長させる(図2(a))。なお、結晶成長方法としては、有機金属気相成長法を使用することができ、

【0027】次に、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層108上にSiO₂層201を堆積させる。そして、フォトリソグラフィ工程により、電流注入領域となるベネシトリアイプ状の領域を除いてSiO₂層201をケミカルエッチングで除去する(図2(b))。すなわち、電流注入領域となるベネシトリアイプ状の領域だけに、SiO₂を残す。ここで、SiO₂のストライプ幅dは、例えば5μmとすることができ、

【0028】次に、有機金属気相成長法により、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層108上にアンドープAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109を約50nm厚の層に成長させる(図2(c))。このとき、SiO₂層201上にはAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109が堆積したため、ストライプ幅dが5μmの電流注入領域120が形成される。

【0029】次に、SiO₂層201をケミカルエッチングで除去した後、アンドープAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109およびp型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層108上にp型Ga_{0.55}Nコンダクト層110を結晶成長させる(図2(d))。【0030】次に、p型Ga_{0.55}Nコンダクト層110の表面から電流注入領域103までドライエッチングしてリッジ構造を形成する(図2(e))。このとき、リッジ幅d₁が例えば100μm、エッチングした側面的一方から電流注入領域までの距離d₂が例えば約30μmとなるように、リッジ構造を形成することができ、このようにリッジ構造とすることによって、n型Ga_{0.55}Nコンダクト層103上にn側電極112を形成し、後述の電流が水平方向に流れるときに抵抗が増大するのを抑制することができ、

【0031】最後に、p型Ga_{0.55}Nコンダクト層110上にp側電極111を蒸着で形成し、また、n型Ga_{0.55}Nコンダクト層103上にn側電極112を蒸着で形成する(図2(f))。これにより、図1の半導体レーザ装置を作製できる。

【0032】このような半導体レーザ装置においては、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層108上に、例えば

5μm幅のストライプ状の領域120を除いて、アンドープAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109が形成されており、このAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109は禁帯幅が6.2eVと非常に大きく、ほぼ絶縁体となっている。従って、電流を5μm幅のストライプ状の領域120に集中させ、電流を誘導させることができ、そして、Al_{0.15}Ga_{0.85}N層109で覆われていないストライプ状の領域120を通過した電流を、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層108を通して活性層106に注入させることができる。

【0033】Ga_{0.55}N系半導体レーザにおいては、禁帯幅が短いため、活性層に光を閉じ込めるAlGaAs系半導体レーザに比べて半分以下の厚さで良い。これにより、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層108内での電流広がり、GaAs系半導体レーザに比べて十分小さくすることができ、

【0034】また、電流誘導を行なうためのAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109は、p型Ga_{0.55}Nコンダクト層110の下に設けられている。

【0035】従って、図1の半導体レーザ装置では、電流が誘導される面積(ストライプ状の領域120の面積)とp型Ga_{0.55}Nコンダクト層110が金属電極111と接触する面積とをそれぞれ独立に制御できるという特徴を有している。上記例では、電流誘導幅(ストライプ幅)dを5μmと狭くし、かつ、p型Ga_{0.55}Nコンダクト層110を100μmと広くすることができ、これにより、レーザの閾値電流を低下させることができ、かつ、素子の動作電圧を低減させることができる。

【0036】Ga_{0.55}N系材料はケミカルエッチングが非常に困難な材料であり、従って、通常、エッチングにはドライエッチングが用いられる。しかしながら、ドライエッチングでは、約50nmの薄いアンドープAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109(A₁Ga_{1-x}N層109(x<z≤1))のみを制御性良くエッチングするのは困難である。そこで、本発明においては、電流誘導を行なうストライプ状領域120の形成を、SiO₂層201をマスクとしたAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109の選択成長により行なっている。そのため、ストライプ領域でAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109が現れたり、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層108がエッチングされることなど、制御性良く、ストライプ状の領域、すなわち電流注入領域120の形成を行なうことができる。

【0037】図3は本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図3において、図1と対応する箇所には同じ符号を付している。図3の半導体レーザ装置は、基板101上に、少なくともn型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層104(0<x<1)、In_{0.5}Ga_{0.5}N層106(0≤y<1)を含む発光領域(活性層)106、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第1クラッド層301が順次形成され、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層302上に、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nコンダクト層303、p型Ga_{0.55}Nコンダクト層110が形成され、端面発光型のものとして構成されている。

【0038】図4は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図4において、図1と対応する箇所には同じ符号を付している。図4の半導体レーザ装置は、基板101上に、少なくともn型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層104(0<x<1)、In_{0.5}Ga_{0.5}N層106(0≤y<1)を含む発光領域(活性層)106、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第1クラッド層301が順次形成され、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層302上に、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nコンダクト層303、p型Ga_{0.55}Nコンダクト層110が形成され、端面発光型のものとして構成されている。

いて、Al_{0.15}Ga_{0.85}N層109(x<z≤1)が選択成長によって形成されており、前記p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第1クラッド層301及びAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109上に、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層303、p型Ga_{0.55}Nコンダクト層110が形成され、端面発光型のものとして構成されている。

【0038】図3に示した半導体レーザ装置も、図1に示した半導体レーザ装置と同様に、活性層106(例えばGa_{0.55}N/Al_{0.15}Ga_{0.85}N多量重子井戸活性層)の上側に、例えば5μm幅のストライプ状領域120を除いて、Al_{0.15}Ga_{0.85}N層109(x<z≤1)(例えば、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N層109)が形成されており、このAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109は、ほぼ絶縁体であるため、電流を幅5μmのストライプ状の領域120に集中させ、電流を誘導させることができ、電流を低減させることができる。

【0039】さらに、図3の半導体装置では、電流を誘導するためのAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109(x<z≤1)(例えばAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109)をp型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第1クラッド層301(例えばp型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層303(例えばp型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層303)の間に設けることにより、図1に示した半導体レーザ装置に比べて、活性層106により近い位置で電流誘導を行なうことができ、これにより、電流広がり(水平方向の電流広がり)をさらに抑制して、電流を一層低減させることができる。

【0040】図4は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図4において、図1、図3と対応する箇所には同じ符号を付している。図4の半導体レーザ装置は、基板101上に、少なくともn型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層104(0<x<1)、In_{0.5}Ga_{0.5}N層106(0≤y<1)を含む発光領域(活性層)106、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第1クラッド層301が順次に形成され、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層302上に、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nコンダクト層303、p型Ga_{0.55}Nコンダクト層110が形成され、端面発光型のものとして構成されている。

【0041】図4に示した半導体レーザ装置も、図1に示した半導体レーザ装置と同様に、活性層106(例えばGa_{0.55}N/Al_{0.15}Ga_{0.85}N多量重子井戸活性層)の上側に、例えば5μm幅のストライプ状領域120を除いて、Al_{0.15}Ga_{0.85}N層109(x<z≤1)(例えば、p型Al_{0.15}Ga_{0.85}N層109)が形成されており、このAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109は、ほぼ絶縁体であるため、電流を幅5μmのストライプ状の領域120に集中させ、電流を誘導させること

ことができ、電流を一層低減させることができる。

【0042】さらに、図4の半導体装置では、電流を誘導するためのAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109(x<z≤1)(例えばAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109)をp型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第1クラッド層301(例えばp型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層303(例えばp型Al_{0.15}Ga_{0.85}N第2クラッド層303)の間に設けることにより、図1に示した半導体レーザ装置に比べて、活性層106により近い位置で電流誘導を行なうことができ、これにより、電流広がり(水平方向の電流広がり)をさらに抑制して、電流を一層低減させることができる。

【0043】さらに、図4の半導体レーザ装置の特徴として、電流誘導を行なうためのAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109(x<z≤1)(例えばAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109)の上に、In_{0.5}Ga_{0.5}N層302(例えばアンドープGa_{0.55}N層)をAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109に続いて選択成長により形成している。ここで、In_{0.5}Ga_{0.5}N層302(例えばGa_{0.55}N層)は、屈折率がp型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層301、302(例えばAl_{0.15}Ga_{0.85}Nクラッド層)よりも大きく、またはAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109よりも大きく、あるいはIn_{0.5}Ga_{0.5}N層109よりも大きく、In_{0.5}Ga_{0.5}N層106で発生した光を反射する。このため、水平方向に実効屈折率が変化する(形成)され、光は、In_{0.5}Ga_{0.5}N層302(例えばアンドープGa_{0.55}N層)が存在しないストライプ状の領域120に閉じ込められる。

【0044】このように、図4の半導体レーザ装置では、電流誘導を行なうためのAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109(x<z≤1)(例えばAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109)に光を閉じ込めるため、In_{0.5}Ga_{0.5}N層302(例えばGa_{0.55}N層302)について、SiO₂層をマスクとした選択成長により同一のストライプパターンを形成できるので、水平方向のキャリア密度分布と光分布の位置ずれが発生せず、素子を安定な単一モードで動作させることができる。

【0045】特に、電流誘導を行なうためのAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109(x<z≤1)(例えばAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109)に光を閉じ込めるため、In_{0.5}Ga_{0.5}N層302(例えばGa_{0.55}N層302)について、SiO₂層をマスクとした選択成長により同一のストライプパターンを形成できるので、水平方向のキャリア密度分布と光分布の位置ずれが発生せず、素子を安定な単一モードで動作させることができる。

【0046】図5は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。なお、図5において、図1と対応する箇所には同じ符号を付している。図5の半導体レーザ装置は、基板101上に、少なくともn型Ga_{0.55}Nバッファ層102が形成され、該n型Ga_{0.55}N層102上には、電流注入領域となるベネシトリアイプ状の領域120を除いて、Al_{0.15}Ga_{0.85}N層109(x<z≤1)が選択成長によって形成されており、前記n型Ga_{0.55}Nバッファ層102およびAl_{0.15}Ga_{0.85}N層109上に、例えば

Ga_{0.95}N/GaN多重量子井戸活性層701に流れ込む。従って、電流を共円形状の領域に閉じ込めて閾電流を低下させ、かつp側電極111とのコンタクト面積を広くして素子の動作電圧を低減することができる。

を広くし、素子作電圧を低減することによって、活電圧701の上層に円形領域を除いて形成したA1₁Ga_{1-x}N層109に於いて電流を例へば直径100μm程度の狭い領域に集中させることとする。一方、p型GaNコンタクト層110は、上記直径100μmより大きくも小さい(例へば直径100μm程度の)メサ形状にアレンジされているので、電流が流れる面積とp型GaNコンタクト層が金属電極と接する面積とを互いにほぼ1対1の割合で、レーザの閾電圧を下下させてかつ素子の動作電圧を低減させることがで

【0070】また、 $\ln yGa_{1-y}N$ ($0 < y < 1$) 層を含む発光領域(活性層)701で発光した光は、上下の多層膜基板ブラッグ反射鏡702、703で構成された共振器内面に反射して再発散し、図9の導電性レーザ構造は、基板1に対して垂直方向に光を取り出すことができる。また、図9の導電性レーザ構造は、基板1に対して垂直方向に光を取り出すことができ、図5aの光型になっていて、この際、 $\ln_{0.15}Ga_{0.85}N/GaN$ 多重膜基板1非活性層701で発光した光は、メタル上部に形成された上部ブラッグ反射鏡702、 GaN 基板1ブラッグ反射鏡703との間に挟まれて、基板1に対して垂直方向にレーザ光を取り出される。

【0071】このとき、活性層に用いている $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 1$) は、バッファ層やコンタクト層に用いている Ga_{1-x}N よりも禁帯幅が小さいため、共振器内での光吸収損失を少なくできる。すなわち、 $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 、 $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ 、 Ga_{1-x}N 多重歪半導体活性層 701 の禁帯幅は、共振器内にある $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ 層および Ga_{1-x}N 層の禁帯幅より小さいため、共振器内における吸収損失を小さくすることができ、順電流密度の上昇に伴って

【0072】図10は、本発明に係る半導体レーザ装置の他の構成例を示す図である。図10の半導体レーザ装置9の半導体レーザ装置10において、図5、図7、図8あるいは図9の半導体レーザ装置において、 $\text{Al}_2\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 層および $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層に代て、 $\text{Ga}_x\text{N}/\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層が堆積成長によって形成されたものとなっている。

【0073】具体的に、図10の半導体レーザ装置は、例えば、図4に示した半導体レーザ装置におけるアンドープAl_{0.9}Ga_{0.1}N層109およびアンドープGa_{0.9}As_{0.1}N層110が、Ga_{0.9}As_{0.1}N超格子構造801が、代えて、Ga_{0.9}Al_{0.1}N超格子構造801が、選択成長により形成されている。この超格子構造801は、10nmの厚度のGa_{0.9}As_{0.1}N層と10nmの厚度のAl_{0.9}Ga_{0.1}N層とを交互に10ペア積層した構造となっている。

2.12.

-9-

【0074】このように超格子構造においては、超格子構造の面をペテロ界面上にペテロ接合に特化した大きな正立に対してはエネギー障壁として働く。このため、正立障壁よりも、エネギーの高い正立に対してはオーバフローを抑制することになる。これにより、電流密度5 μmのストライプ状の領域1.2に集中させて電圧を低減し、閾電圧を低下させることができる。

【0075】また、図10の半導体レーザー装置においては、 $\text{GaN}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{GaAs}$ 量子井戸活性層106の組成は、 $\text{GaN}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{GaAs}$ 量子井戸活性層106の組成が $\text{GaN}/\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{GaAs}$ 超格子構造801の組成帯幅より大きくなるように設定している。このため、 $\text{GaN}/\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{GaAs}$ 量子井戸活性層106で発生した光は、 $\text{GaN}/\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{GaAs}$ 超格子構造801で吸収を受けて、水平方向に放射面近傍で発生する。従って、活性層106で発生した $\text{GaN}/\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{GaAs}$ 超格子構造801が存在しないストライプの領域120に閉じられ、安定的に単一様モード動作する。

【0076】このように図100の半導体レイザ装置にお
ては、電流発鳴型としてAl_{0.1}Ga_{0.9}N層膜ではなく
Ga_{0.1}N/Al_{0.1}Ga_{0.9}N超格子構造を用いて、超格
子存在状態ではテロ界面で発生するスピンが多数形成さ
れるため、テロ障壁よりもエネルギーの高いキャリ
アに対してキャリアのオーバーフローを抑制する効果が増
加する。あるいは、Ga_{0.1}N/Al_{0.1}Ga_{0.9}N超格子構造
の超格子で構成すると、テロ障壁よりもエネルギーの高い
キャリヤに比べて効果的にAl_{0.1}Ga_{0.9}Nクランクラッパ
層とのテロ障壁高さが小さくなるため、より小さいA₁
超格子で同じ電流発鳴効果を得ることができ、これに
よることができ、

[0077] 以上のように、本発明は、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層(薄 $(0 \leq x < 1)$)を含む光導電基板(活性層)の上膜または下膜に、ストライプ状領域120または点状領域120を有するAl-GaN層(A1-Ca-In-N層)($x > z$)のものを備えて、アンダーレイヤ、アンダーレイヤ/A1-Ca-In-N層($x < z$)と、Al-GaN層11が形成されていることを特徴としている。ここで、Al-A1組成zはクラック密度を調整している($x > z$)。従って、A1組成yより大きく設定されている($x > y$)。従って、A1組成yとA1組成zとの差が大きいほど、クラック密度の境界面を、さらに、A1組成を1に近づけることで、キャリアの注ぎ妨げられ、また、A1組成を1にする材料の集積荷重が大きくなって半導体から絶縁状態になる傾向に近づいていく。そのため、より効率的な電流をブロードリークさせることができる。すなわち、素子に注入された電流を、A1-Ca-In-N層で覆われていないストライプ状領域120中に注入させ、その領域120の中に存在する活性層に注入させたことができ、これによって、図6に示すように、活性層に注入させた電流が、図6に示すように、活性層に注入された電流よりも大きくなる。

して**适性層**に**注入**させることができ、これによって、

—10—

電流を低下させることができる。
[0078] そして、上記電流調整を行うA1:Ga
[0079] N層が葉子の閉鎖構造の周囲に設けられていること
によって、電流が葉子からなる面積とp型GaNコンタ
クト層が金属電極と接する面積を独立に調節できるとい
う特徴を有している。例えば電流調整層を5 μ mと狭く
して、かつp型GaNコンタクト層幅を100 μ mと広
くすることができる。これにより、レーザーの閉電流を低
下させて、かつ葉子の動作電圧を低減させることができ
る。

【0079】また、電流誘導を行うための $\text{Al}_2\text{Ga}_{1-x}\text{N}_{2x}$ 層は、ストライプ状または円形状の領域に Si 、 O_2 等のマスク層を形成し、マスク層の上には結晶成長させず、マスク層で覆われていない半導体層上のみ選択的に露露させて形成されている。このようにエッチング工程を用いずに $\text{Al}_2\text{Ga}_{1-x}\text{N}_{2x}$ およびストライプ状または円形状領域を形成できるので、ケルエッチングが非常に困難な Ga_2N 材料であっても、ストライプ状または円形状領域を簡単に形成できると考えらる。

【0080】
【発明の効果】 以上に説明したように、請求項1乃至請求項8の発明によれば、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層(0 $\leq x$
<1)を含む導電性基板(活性層)の上層または下部に、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層または四角形の領域を除いて、クラッド層の
トラパッド状または四角形の領域を除いて、クラッド層の
 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層を形成することにより形成して、電
 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層を導電性基板上より形成して、電
流を $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層で覆われているn型トラパッド状ま
たは四角の狭い領域に集中させて電圧を低下させるこ
とができる。電圧降下を行なう $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層は、電子の移動
速度の低下に起因して、電圧降下を行なうため、電圧
降下領域と独立したp型GaNコンタクト層と金属電極が
形成される面積を広くすることができ、電子の動作電圧を
低下させることができる。

[illegible]

【0082】また、請求項3、請求項6記載の発明では、 $\text{Al}_2\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 電流発光層に加えて $\text{InGa}_{1-y}\text{N}$ 層($0 \leq w < 1$)を連続成長により形成しており、 $\text{InGa}_{1-y}\text{N}$ 層の屈折率は $\text{Al}_2\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ クラッド層よりも大きく、また $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 活性層と In 組成が同じであるいは大きな場合には、 $\text{InGa}_{1-y}\text{N}$ 層は、 In

[illegible]

方向に実効屈折率が形成され、蔡子安定な水平線モードで動作させることができる。

【0083】また、請求項7記載の発明では、特に面発光LEDに適用する場合に、発光領域(活性領域)の上面に円形領域を除いて遊動成長により形成した $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層によって電流を狭い円形領域に集中させて電流を低減することができる。そして、p型GaNコンダクト層は上記遊動よりも大きいメサ形状にエッチングされる面積を大きくできるため、蔡子の動作電圧を低減することができる。

【0084】また、請求項8記載の発明では、電流装置として $\text{GaN}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 超格子構造を用いることとして、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層に比べてより小さいA1組成で電流装置効果を得ることができ、GaNとの格子不整合に起因する歪率を低減することができる。

【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に係る半導体レーザー装置の構成例を示す図である

20 【図2】図1の半導体レーザ装置の製造工程例を示す図である。

【図3】本発明に係る半導体レーザ装置の構成例を示す図である。

【図４】本発明に係る半導体レーザー装置の構成例を示す図である。

【図５】本発明に係る半導体レーザー装置の構成例を示す図である。

【図6】図1の半導体レーザー装置の製造工程例を示す図である。

30 【図7】本発明に係る半導体レーザー装置の構成例を示す図である。

【図8】本発明に係る半導体レーザ装置の構成例を示す図である。

【図9】本発明に係る半導体レーザー装置の構成例を示す図である。

【図10】本発明に係る半導体レーザ装置の構成例を示す図である。

【図 11】従来の半導体レーザー装置の構成例を示す図である。

40 【図12】従来の半導体レーザ装置の構成例を示す図である。

【図13】従来の半導体レーザ装置の構成例を示す図である。

【符号の説明】
101 サファイア基板

102 GaNベッタ層

103 型GaNエタクト

104 n型A10.15Ga0.85Nクランドロ

50 106 GaN/Al_{0.1}Ga_{0.9}N多量子井戸活性

101

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)